

【特許請求の範囲】

【請求項1】真空中にてレチクル上のパターンをウエハに転写露光する露光装置において、断熱膨張による前記レチクルの温度変化を補償する手段を具備したことを特徴とする露光装置。

【請求項2】前記補償する手段が、真空排気を開始する前に、予め推測した断熱膨張によるレチクルの温度低下をほぼ相殺する量の熱をレチクルに加え始めるように設定されている露光シーケンスプログラムを含むものであることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項3】前記補償する手段が、所定の温度に制御された部材を前記レチクルに接触させることにより加熱する加熱手段であることを特徴とする請求項1または2に記載の露光装置。

【請求項4】前記補償する手段が、ランプからの輻射熱により加熱する加熱手段であることを特徴とする請求項1または2に記載の露光装置。

【請求項5】真空中にてレチクル上のパターンをウエハに転写露光する露光装置において、断熱膨張による前記ウエハの温度変化を補償する手段及び温度変化を補償した後に前記ウエハの温度を微調整するための温度安定化手段を具備したことを特徴とする露光装置。

【請求項6】前記補償する手段が、真空排気を開始する前に、予め推測した断熱膨張によるウエハの温度低下をほぼ相殺する量の熱をウエハに加え始めるように設定されている露光シーケンスプログラムを含むものであることを特徴とする請求項5に記載の露光装置。

【請求項7】前記温度安定化手段が、ウエハを接触させることにより温度を安定化させる、所定の温度に設定した恒温部材であることを特徴とする請求項5に記載の露光装置。

【請求項8】前記補償する手段が、加熱ランプからの輻射熱により加熱する加熱手段であることを特徴とする請求項5または6に記載の露光装置。

【請求項9】前記補償する手段が、所定の温度に制御された部材を前記ウエハに接触させることにより加熱する加熱手段であることを特徴とする請求項5または6に記載の露光装置。

【請求項10】前記恒温部材が、ヒータとペルチェ素子と温度計測センサを用いたフィードバック制御系を構成しているものであることを特徴とする請求項7に記載の露光装置。

【請求項11】前記恒温部材が、ランプと温度計測センサを用いたフィードバック制御系を構成しているものであることを特徴とする請求項7に記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体デバイスの製造に用いられる露光装置に関する。特に、電子線やイオンビーム等のエネルギー線を用い、真空中で露光を行

う露光装置に関するものであって、高スループットかつ高精度で露光を行うのに好適な露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】電子線転写露光装置のように、真空雰囲気下で露光を行う場合、転写を行うレチクル及びウエハは、最初の段階では、大気圧下に置かれている。露光するためには、先ず、このレチクル及びウエハを露光装置の真空領域内に搬送する必要があるが、直接、大気圧雰囲気から露光装置の真空領域に搬送することは少ない。通常、露光装置には、ロードロック室と呼ばれる室が備えられており、先ず、そこにレチクル及びウエハを搬入する。ロードロック室には、真空ポンプが敷設されており、室内を真空中に引くことができる。ロードロック室では、大気圧下でレチクル及びウエハを受け入れ、室内を真空中に引いた後、露光装置との間の扉を開いて、真空中でレチクル及びウエハのやり取りを行う。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ロードロック室で真空排気する時には、気体の断熱膨張により、室内の温度が低下する。低下する温度は、室内の容積、ロードロック室の熱容量等によって異なるが、室内容積が数十リットル程度のものの場合、2～4℃程度低下する。これに伴い、ロードロック室内のレチクル及びウエハの温度も同様に低下する。露光装置は通常、温調配管により、所定の温度に保たれるようになっているが、断熱膨張により冷却されたレチクル及びウエハの温度が再び回復して、元の温度になるまでには、数十分が必要である。そのため、その間ロードロック室または、露光装置内にレチクル及びウエハを置いた状態で露光開始を待たなければならない。温度が低下した状態では、レチクルは全体に縮み、パターンには歪みが生じており、ウエハも同様に全体的に縮んでいるため、この状態で露光すると、転写パターンの寸法精度を保証できないからである。

【0004】このように、ウエハの温度安定のための待ち時間が必要であったため、真空中で露光する露光装置のスループットは非常に低くなっていた。本発明はこのような問題点を鑑みてなされたもので、電子線やイオンビーム等のエネルギー線を用い、真空中で露光を行う露光装置において、高スループットかつ高精度で転写露光を行うのに好適な露光装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の露光装置は、第一に「真空中にてレチクル上のパターンをウエハに転写露光する露光装置において、断熱膨張による前記レチクルの温度変化を補償する手段を具備したことを特徴とする露光装置。（請求項1）」を提供する。これにより、断熱膨張によるレチクルの温度低下が著しく少なくなるため、レチクルがレチクルステージチャンバに搬送されてからの温度が安定す

るまでの時間が非常に短くなり、高スループットで転写露光ができ、同時に、高精度で転写露光することができる露光装置を提供することができる。

【0006】また、本発明では第二に「前記補償する手段が、真空排気を開始する前に、予め推測した断熱膨張によるレチクルの温度低下をほぼ相殺する量の熱をレチクルに加え始めるように設定されている露光シーケンスプログラムを含むものであることを特徴とする請求項1に記載の露光装置。（請求項2）」を提供する。これにより、断熱膨張によるレチクルの温度低下をほぼ相殺することができるようになり、レチクルがレチクルステージチャンバに搬送されてからの温度が安定するまでの時間が非常に短くすることができる。

【0007】また、本発明では第三に「前記補償する手段が、所定の温度に制御された部材を前記レチクルに接触させることにより加熱する加熱手段であることを特徴とする請求項1または2に記載の露光装置。（請求項3）」を提供する。これにより、簡単な手段で、レチクルに効果的に熱を伝えることができる。

【0008】また、本発明では第四に「前記補償する手段が、ランプからの輻射熱により加熱する加熱手段であることを特徴とする請求項1または2に記載の露光装置。（請求項4）」を提供する。これにより、簡単な手段で、レチクルに効果的に熱を伝えることができる。

【0009】また、本発明では第五に「真空中にてレチクル上のパターンをウエハに転写露光する露光装置において、断熱膨張による前記ウエハの温度変化を補償する手段及び温度変化を補償した後に前記ウエハの温度を微調整するための温度安定化手段を具備したことを特徴とする露光装置。（請求項5）」を提供する。これにより、真空断熱によるウエハの温度低下が著しく少なくなるため、ウエハがウエハステージチャンバに搬送されてからの温度が安定するまでの時間が非常に短くなり、高スループットで転写露光ができ、同時に、高精度で転写露光することができる露光装置を提供することができる。

【0010】また、本発明では第六に「前記補償する手段が、真空排気を開始する前に、予め推測した断熱膨張によるウエハの温度低下をほぼ相殺する量の熱をウエハに加え始めるように設定されている露光シーケンスプログラムを含むものであることを特徴とする請求項5に記載の露光装置。（請求項6）」を提供する。これにより、断熱膨張によるウエハの温度低下をほぼ相殺することができるようになり、ウエハがウエハステージチャンバに搬送されてからの温度が安定するまでの時間が非常に短くすることができる。

【0011】また、本発明では第七に「前記温度安定化手段が、ウエハを接触させることにより温度を安定化させる、所定の温度に設定した恒温部材であることを特徴とする請求項5に記載の露光装置。（請求項7）」を提供する。これにより、ウエハの温度を精密に制御すること

ができ、高スループットかつ高精度の露光装置を提供できる。

【0012】また、本発明では第八に「前記補償する手段が、加熱ランプからの輻射熱により加熱する加熱手段であることを特徴とする請求項5または6に記載の露光装置。（請求項8）」を提供する。これにより、簡単な手段で、ウエハに効果的に熱を伝えることができる。

【0013】また、本発明では第九に「前記補償する手段が、所定の温度に制御された部材を前記ウエハに接触させることにより加熱する加熱手段であることを特徴とする請求項5または6に記載の露光装置。（請求項9）」を提供する。これにより、簡単な手段で、ウエハに効果的に熱を伝えることができる。

【0014】また、本発明では第十に「前記恒温部材が、ヒータとバレルチェ素子と温度計測センサを用いたフィードバック制御系を構成しているものであることを特徴とする請求項7に記載の露光装置。（請求項10）」を提供する。これにより、ウエハの温度を精密に制御ことができ、高スループットかつ高精度の露光装置を提供できる。

【0015】また、本発明では第十一に「前記恒温部材が、ランプと温度計測センサを用いたフィードバック制御系を構成しているものであることを特徴とする請求項7に記載の露光装置。（請求項11）」を提供する。これにより、ウエハの温度を精密に制御ことができ、高スループットかつ高精度の露光装置を提供できる。

【0016】

【実施例】本発明の露光装置の実施の形態を以下に説明するが、本発明はこの例のみに限定されるものではない。図1は本発明による露光装置の全体の概略を示す図である。図2は本発明によるレチクルロード系を示す図である。図3は本発明によるウエハロード系を示す図である。以下に、図1～3を用いて本発明の実施の形態を説明する。

【0017】まず、図1を用いて、本発明による装置の本体部概略構成について説明する。本露光装置は、電子銃1と照明電子光学系2とを備えており、照明電子光学系2の下方には、レチクルステージチャンバ3が設けられている。レチクルステージチャンバ3内には、レチクルステージ4が配置され、その上にはレチクルホルダ5が取り付けられている。レチクルステージチャンバ3の下方には、投影電子光学系11が配置され、その更に下方には、ウエハステージチャンバ6が設けられている。ウエハステージチャンバ6には、ウエハステージ7が配置され、その上にはウエハホルダ8が取り付けられている。これらの部材はメインボディ9により自重を保持されるようになっており、メインボディ9に取り付けられた脚10により、床上に立脚している。装置の各部には温調配管（図示せず）が取り付けられており、所定の温度になるように制御されている。

【0018】次に本発明による装置のレチクルロード系第1の構成について図1、図2(a)、(b)を利用して説明する。レチクル21は複数枚がまとまってレチクルカセット22に収まっている。レチクルカセット22の近傍には、レチクル大気圧ロボットアーム25、レチクルプリアライナ23、レチクルロードロック室24とが設置されている。レチクルロードロック室24内には、ヒータ付き保温部材27が配置されている。このヒータ付き保温部材27は、金属からなり、比熱の大きな物質が好適である。また、このヒータ付き保温部材27は、オープン制御によって、温度を制御されている。ロードロック室24は、ゲートバルブa28、ゲートバルブb29が設けられており、開閉自在となっている。レチクル真空ロードチャンバ31の中には、真空ロボットアーム32が設置されている。また、レチクル真空ロードチャンバ31には、ゲートバルブb29、ゲートバルブc30が取り付けられており、開閉自在となっている。

【0019】次に本発明による装置のレチクルロード系第2の構成について図2(a)、図2(c)を利用して説明する。図2(c)はロードロック室24内の構成を代えたものを示している。レチクルロード系第1の構成では、ロードロック室24の内部は図2(b)に示すものであったが、第2の構成ではこれに代わって図2(c)に示す構成となっている。ロードロック室24の内部には、ホルダ34が設置されており、その上方にランプ26が配置されるようになっている。また、上記レチクルロード系第2の構成では、ランプ26はホルダ34の上方に設置されていたが、レチクル21の下面を照射するように、ランプ26をホルダ34の下方に配置しても良い。他の部分の構成はレチクルロード系第1の構成の場合と全く同じである。

【0020】次に本発明による装置のウエハロード系第1の構成について図1、図3(a)、(b)、(d)を用いて説明する。ウエハ41は複数枚がまとまってウエハカセット42に収まっている。ウエハカセット42の近傍には、大気圧ロボットアーム58とウエハプリアライナa43とウエハロードロック室44が設置されている。ウエハロードロック室44内には、ウエハ41を置くヒータ付き保温部材59が配置されており、所定の温度に保たれている。

【0021】ウエハロードロック室44はゲートバルブd47、ゲートバルブe48が設けられている。ゲートバルブe48の一端はウエハ真空ロードチャンバ51に取り付けられており、ウエハ真空ロードチャンバ51内には、ウエハ真空ロボットアーム52が設けられている。ウエハ真空ロードチャンバ51には、ゲートバルブe48のほか、ゲートバルブf49とゲートバルブg50が取り付けられている。ゲートバルブg50の他端はウエハプリアライナb53に接続されている。ウエハプリアライナb53内には、恒温部材54が配置されている。

恒温部材54には、ヒータ55、ペルチェ素子56、温度計測センサ57とが設けられており、所定の設定温度から $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ の範囲に収まるように制御するため、温度センサ57の出力をフィードバックすることにより、温度制御を行っている。温度を上昇させるためには、ヒータ55を用い、逆に温度を下降させるためには、ペルチェ素子56を用いて温度制御を行う。これにより、恒温部材54に接触するウエハ41の精密な温度管理が可能となる。

【0022】次に本発明による装置のウエハロード系第2の構成について図3(a)、(c)を利用して説明する。図3(c)はウエハロードロック室44内の構成を代えたものを示している。ウエハロード系第1の構成では、ウエハロードロック室44の内部は図3(b)に示すものであったが、第2の構成ではこれに代わって図3(c)に示している。ウエハロードロック室44の内部には、ホルダ45が設置されており、その上方にランプ46が配置されるようになっている。他の部分の構成はウエハロード系第1の構成の場合と全く同じである。

【0023】次に本発明による装置のウエハロード系第3の構成について図3(a)、(e)を利用して説明する。図3(e)は、ウエハロード系第3の構成による、プリアライナb53内の構成を示している。プリアライナb53の内部には、ホルダ60が設置されており、その上方にランプ62が配置されるようになっている。他の部分の構成はウエハロード系第1または2の構成の場合と全く同じである。

【0024】次に、本発明によってレチクルが露光装置本体真空領域内に搬送されるまでの搬送形態の例を図1、図2を用いて説明する。まず、レチクル大気圧ロボットアーム25がレチクルカセット22内に収納されているレチクル21を取り出し、レチクルプリアライナ23に搬入する。レチクルプリアライナ23内に置かれたレチクル21は所定の工程により、所定の位置・向きに揃えられる。その後、ゲートバルブa28が開き、レチクル大気圧ロボットアーム25は、レチクル21をレチクルロードロック室24内に搬送する。その後、ゲートバルブa28は閉じられる。

【0025】ここで、レチクルロード系第1の構成の場合では、レチクル21はヒータ付き保温部材27上に搬送される。ヒータ付き保温部材27は、レチクルの温度よりも数 $^{\circ}\text{C}$ ほど高い温度に設定されているため、レチクル21は加熱され、レチクル21の温度は上昇する。

【0026】レチクルロード系第2の構成の場合では、レチクル21はホルダ34の上に搬送される。この状態で、レチクル21の上方にあるランプ26が照射され、レチクル21は加熱され、レチクル21の温度は上昇する。

【0027】以後の搬送形態では、レチクルロード系第1、2の構成で共通となっている。レチクル21に熱が加えられた後、真空ポンプ(図示せず)により、レチクルロ

ードロック室24の真空排気を行う。この段階で、レチクルロードロック室24の雰囲気温度は下がるが、レチクル21の温度は加熱されているため、雰囲気温度のようには下がらない。

【0028】所定の真空度に達した後、ゲートバルブb29が開く。次に、レチクル真空ロボットアーム32がレチクル21を保持する。ゲートバルブc30が開き、レチクルステージチャンバ6内のレチクルホルダ5上に置かれる。この時、レチクル21の温度は、断熱膨張による雰囲気温度の低下による冷却と加熱とで相殺されており、ほぼ、断熱膨張で冷却される以前の温度となっている。そのため、レチクル真空ロボットアーム32でレチクル21がレチクルホルダ5上に搬送された後、レチクル温度が再び上昇するのを待つことなく、直に露光することができる。

【0029】上記レチクル搬送系第1の構成では、レチクルをヒータ付き保温部材27に接触させて加熱させ、上記レチクル搬送系第2の構成では、ランプ26の照射により加熱させたが、加熱手段はこれだけに限定されるものではなく、他の加熱手段を使用しても構わない。また、加熱する時の加熱手段は一つだけを使うのに限るので無く、同時に複数の加熱手段で加熱しても構わない。

【0030】次に、本発明によってウエハが搬送されるまでの搬送形態の例を図1、図3を用いて説明する。先ず、ウエハ大気圧ロボット58がウエハカセット42内に収納されているウエハ41を取り出し、ウエハプリアライナa43に搬入する。ウエハプリアライナa43内に置かれたウエハ41は所定の工程により、所定の位置・向きに揃えられる。その後ゲートバルブd47が開き、ウエハ41はロード大気圧ロボット58により、ウエハロードロック室44内に搬送される。

【0031】ここで、前記ウエハロード系第1の構成では、ウエハ41はヒータ付き保温部材59上に搬送され、その後、ゲートバルブd47は閉められる。ヒータ付き保温部材59からウエハ41に熱が伝わり、これにより、ウエハ41は加熱され、ウエハ41の温度は上昇する。

【0032】前記ウエハロード系第2の構成では、ウエハ41はホルダ45上に搬送され、その後、ゲートバルブd47は閉められる。ウエハ41上のランプ46が照射され、これにより、ウエハ41は加熱され、ウエハ41の温度は上昇する。以後の搬送形態では、前記ウエハロード系第1及び第2の構成で共通となっている。

【0033】ウエハ41に熱が加えられた後、真空ポンプ（図示せず）により、ウエハロードロック室44の真空排気を行う。この段階で、ウエハロードロック室44の雰囲気温度は下がるが、ウエハ41の温度は加熱されているため、雰囲気温度のようには下がらない。

【0034】所定の真空度に達した後、ゲートバルブe48及びゲートバルブg50が開く。ここで、ウエハ41はウエハ真空ロボットアームにより、ウエハロードロック

室44からウエハプリアライナb53内へ搬送される。

【0035】ここで、前記ウエハロード系第1の構成では、ウエハ41は恒温部材54上に搬送される。恒温部材54は内蔵のペルチェ素子56とヒータ55と温度計測センサ57により、精密に温度制御されているため、恒温部材54に接触して置かれているウエハ41は精密に温度制御されることになる。

【0036】他方、前記ウエハロード系第3の構成では、ウエハ41はホルダ60上に搬送される。ホルダ60は上方のランプ62に照射され、同時に温度計測センサ61により、精密に温度制御されているため、ホルダ60に接触して置かれているウエハ41も精密に温度制御されることになる。以下の搬送形態では、前記ウエハロード系第1、第2及び第3の構成で共通となっている。

【0037】ウエハプリアライナb53内において、精密に温度制御された状態で、ウエハ41は再度所定の工程により、所定の位置・向きに正確に揃えられる。その後、ウエハ真空ロボットアーム52によりウエハステージチャンバ6内のウエハホルダ8上に置かれる。この時、ウエハ41の温度は、ロードロック室44では、断熱膨張による雰囲気温度の低下による冷却は、加熱とで相殺されており、更に、プリアライナb53では、精密な温度制御により、断熱膨張で冷却される前の温度となるように、微調整をしたため、ウエハの温度の安定化が図られている。そのため、プリアライナb53での温度の微調整を終えた段階でのウエハ41の温度はほぼ所望の温度となっている。従って、ウエハ真空ロボットアーム52でウエハ41がウエハホルダ8上に搬送された後、ウエハの温度が安定するまでほとんど待つことなく、直に露光することができる。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のうち請求項1に係わる発明においては、断熱膨張によるレチクルの温度低下が著しく少なくなるため、レチクルがレチクルステージチャンバに搬送されてからの温度が安定するまでの時間が非常に短くなり、高スループットで転写露光ができ、同時に、高精度で転写露光することができる露光装置を提供することができる。

【0039】本発明のうち請求項2に係わる発明においては、断熱膨張によるレチクルの温度低下をほぼ相殺することができるようになり、レチクルがレチクルステージチャンバに搬送されてからの温度が安定するまでの時間が非常に短くすることができる。

【0040】本発明のうち請求項3、4に係わる発明においては、簡単な手段で、レチクルに効果的に熱を伝えることができる。

【0041】本発明のうち請求項5に係わる発明においては、真空断熱によるウエハの温度低下が著しく少なくなるため、ウエハがウエハステージチャンバに搬送されてからの温度が安定するまでの時間が非常に短くなり、高

スルーポットで転写露光ができ、同時に、高精度で転写露光することができる露光装置を提供することができる。

【0042】本発明のうち請求項6に係わる発明においては、断熱膨張によるウエハの温度低下をほぼ相殺することができるようになり、ウエハがウエハステージチャンバに搬送されてからの温度が安定するまでの時間が非常に短くすることができる。

【0043】本発明のうち請求項7に係わる発明においては、ウエハの温度を精密に制御することができ、高スルーポットかつ高精度の露光装置を提供できる。

【0044】本発明のうち請求項8、9に係わる発明においては、簡単な手段で、ウエハに効果的に熱を伝えることができる。

【0045】本発明のうち請求項10、11に係わる発明においては、ウエハの温度を精密に制御することができ、高スルーポットかつ高精度の露光装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による露光装置の全体図である。

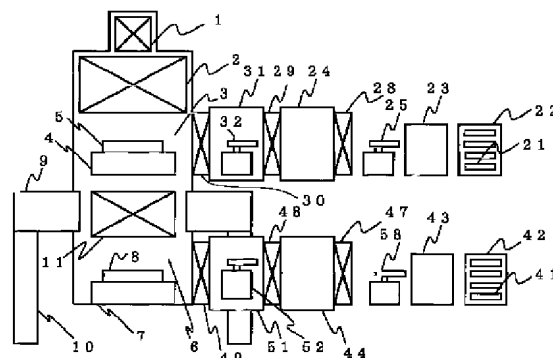
【図2】本発明によるレチクルロード系を示す図である。

【図3】本発明によるウエハロード系を示す図である。

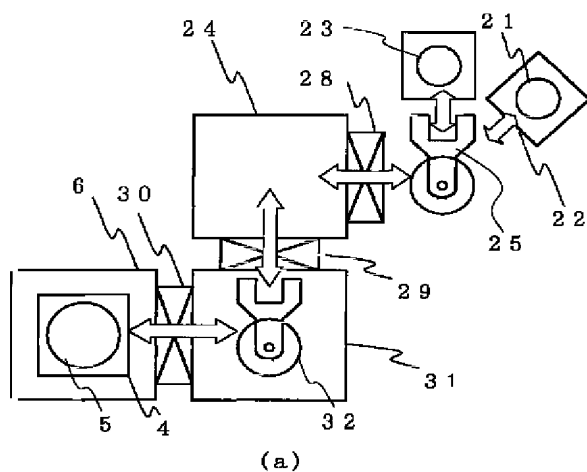
【符号の説明】

- | | | | |
|----|--------------|----|----------------|
| 1 | 電子銃 | 22 | レチクルカセット |
| 2 | 照明電子光学系 | 23 | レチクルプリアライナ |
| 3 | レチクルステージチャンバ | 24 | レチクルロードロック室 |
| 4 | レチクルステージ | 25 | レチクル大気圧ロボットアーム |
| 5 | レチクルホルダ | 26 | ランプ |
| 6 | ウエハステージチャンバ | 27 | ヒータ付き保温部材 |
| 7 | ウエハステージ | 28 | ゲートバルブa |
| 8 | ウエハホルダ | 29 | ゲートバルブb |
| 9 | メインボディ | 30 | ゲートバルブc |
| 10 | 脚 | 31 | レチクル真空ロードチャンバ |
| 11 | 投影光学系 | 32 | レチクル真空ロボットアーム |
| 21 | レチクル | 33 | 温度計測センサ |
| | | 34 | ホルダ |
| | | 41 | ウエハ |
| | | 42 | ウエハカセット |
| | | 43 | ウエハプリアライナa |
| | | 44 | ウエハロードロック室 |
| | | 45 | ホルダ |
| | | 46 | ランプ |
| | | 47 | ゲートバルブd |
| | | 48 | ゲートバルブe |
| | | 49 | ゲートバルブf |
| | | 50 | ゲートバルブg |
| | | 51 | ウエハ真空ロードチャンバ |
| | | 52 | ウエハ真空ロボットアーム |
| | | 53 | ウエハプリアライナb |
| | | 54 | 恒温部材 |
| | | 55 | ヒータ |
| | | 56 | ペルチェ素子 |
| | | 57 | 温度計測センサ |
| | | 58 | ウエハ大気圧ロボット |
| | | 59 | ヒータ付き保温部材 |
| | | 60 | ホルダ |
| | | 61 | 温度計測センサ |
| | | 62 | ランプ |

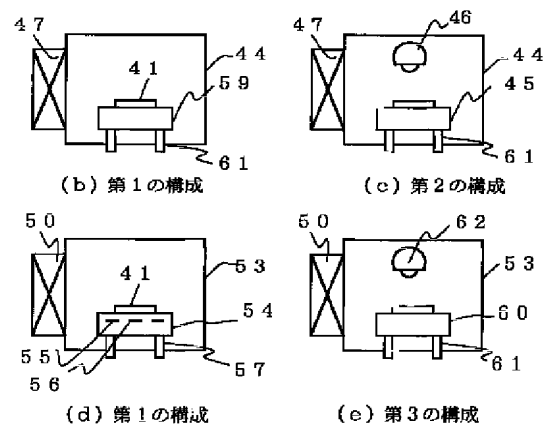
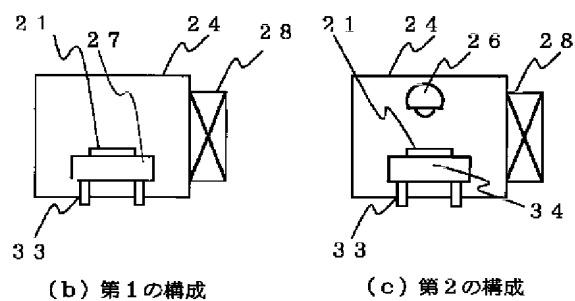
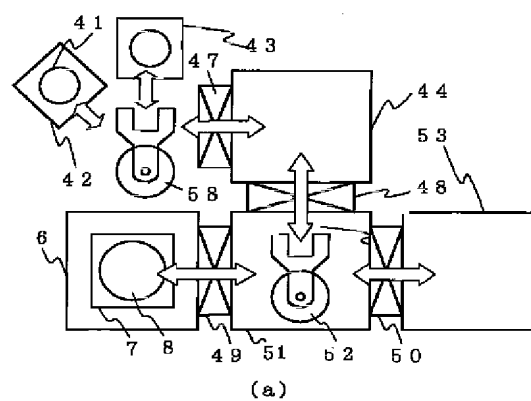
【図1】



【图2】



【図3】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I
H O 1 L 21/30

(参考)

5 3 1 M
5 5 1